

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 6

(11) 공개번호

특2001-0045386

H01L 21 /027

(43) 공개일자

2001년06월05일

(21) 출원번호 10-1999-0048656

(22) 출원일자 1999년11월04일

(71) 출원인 주식회사 하이닉스반도체 박종섭

(72) 발명자 경기 이천시 부발읍 아미리 산136-1  
박영수

서울특별시서대문구연희1동446-212

한상준

(74) 대리인 경기도이천시부발읍아미리현대3차아파트302-1211  
강성배

심사청구 : 없음

(54) 반도체 소자의 노광 공정 방법

요약

본 발명은 라인과 스페이스 패턴이 에너지와 포커스의 변화에 서로 반대 경향을 보이는 점을 이용해 오버레이 마크 형태로 이들을 결합한 새로운 베스트 에너지와 베스트 포커스 모니터링 마크를 사용하여 노광 공정 진행과 노광 장비의 모니터링을 오버레이 장비를 이용한 자동화로 베스트 에너지와 베스트 포커스를 구함으로써, 공정 자동화와 안정화를 실현시킨 반도체 소자의 노광 공정 방법에 관한 것이다. 이를 위하여, 본 발명의 반도체 소자의 노광 공정 방법은, 셀 패턴과 동일한 크기의 라인 및 스페이스로 이루어진 셀 매칭 어댑터를 갖는 모니터링 마크를 마스크 제작시 스크라이브 라인에 형성하고, 노광 공정 이후에 상기 셀 매칭 어댑터의 라인 및 스페이스의 길이의 변화를 오버레이 장비를 이용하여 측정한 후 그 값을 기준값과 비교하여 노광시 사용된 에너지 및 포커스 값을 측정해 내는 것을 특징으로 한다.

대표도

도3a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 노광 공정 방법에서 사용한 베스트 에너지 및 베스트 포커스 모니터링 마크의 구성도

도 2a 및 도 2b는 도 1에 도시한 "A", "B" 부분의 셀 매칭 어댑터의 확대도

도 3a는 본 발명의 베스트 에너지 및 베스트 포커스 모니터링 마크를 사용하여 오버레이 장비로 베스트 에너지와 베스트 포커스를 측정하는 방법을 설명하기 위한 설명도

도 3b는 본 발명에 의해 오버레이 장비로 읽을시 신호의 파형도

도 4a 및 도 4b는 도 3a의 일부 확대도

도 5는 본 발명의 베스트 에너지 및 베스트 포커스 모니터링 마크가 형성된 마스크의 노광후 셀 매칭 어댑터의 라인 및 스페이스의 길이 변화를 측정하여 베스트 에너지와 베스트 포커스를 측정하는 방법을 설명하기 위한 설명도

\*\*\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

10 : 안쪽에 형성된 직사각형 형상의 모니터링 마크

20 : 바깥쪽에 형성된 직사각형 형상의 모니터링 마크

10", 20', 30" : 크롬이 형성된 면

10', 20", 30' : 크롬이 형성되지 않은 면

40 : 셀 매칭 어댑터

"가" 부분 : 에너지가 E일때 패턴 모양

"나" 부분 : 에너지가 0일때 패턴 모양

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자의 노광 공정 방법에 관한 것으로, 특히 노광 공정 진행과 노광 장비의 모니터링 작업을 씨디-셈(CD-SEM) 장비를 사용하지 않고 오버레이(overlay ; /L) 장비로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF)를 구함으로써, 노광 공정의 자동화와 안정화를 실현시킨 반도체 소자의 노광 공정 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 포토리소그래피(Photo lithography) 공정은 어떤 특정한 화학약품(photo resist)이 빛을 받으면 화학반응을 일으켜서 성질이 변화하는 원리를 이용하여, 얻고자 하는 패턴(pattern)의 마스크(Mask)를 사용하여 빛을 선택적으로 피알(PR)에 조사함으로써 마스크의 패턴과 동일한 패턴을 형성시키는 공정이다.

포토 공정은 일반사진의 필름(film)에 해당하는 포토레지스트(photoresist)를 도포하는 PR 도포 공정, 마스크를 이용하여 선택적으로 빛을 조사하는, 사진기에 해당하는 노광공정, 다음에 현상액을 이용하여 빛을 받는 부분의 PR을 제거하여 패턴을 형성시키는 현상공정으로 구성된다.

종래의 노광 공정은 각각의 레이어(layer)에 있어서 다음과 같은 과정을 밟는다.

먼저, 이전에 진행된 조건으로 1개의 웨이퍼(wafer ; V/F)를 노광해 오버레이(overlay ; C/L)를 측정하고 임계치수(CD)를 측정하는 씨디-셈(CD-SEM) 장비로 패턴 크기를 측정한다. 이때, 오버레이(C/L)와 임계치수(CD)가 미리 정한 범위의 값이면 그 조건으로 나머지 웨이퍼(V/F)를 모두 노광한다.

만약 범위를 벗어날 경우 오버레이(C/L)를 보정하고 노광 에너지와 포커스를 적당히 조절하여 다시 1개를 노광하여 오버레이(C/L)와 임계치수(CD)를 재측정한다.

적당한 조건이 얻어질때까지 위의 과정을 반복하게되며 모두 노광후에는 3~4개의 웨이퍼(V/F)를 추출해 오버레이(C/L)와 임계치수(CD)를 제대로 진행되는지 검사하게 된다.

먼저, 노광 공정 진행시 임계치수(CD) 보정 및 확인을 위해서는 값비싼 씨디-셈(CD-SEM) 장비가 많이 필요하게 된다. 또, 오버레이(C/L)의 경우는 특별한 이유가 없는 한 장비가 자동으로 측정하지만 임계치수(CD)의 경우는 자동으로 할 경우 측정 불량률이 빈번히 발생하고 시간이 너무 많이 소요됨으로서 사람이 직접하거나 반자동으로 한다.

이때, 최적의 패턴닝(patterning)을 위해서는 에너지와 포커스를 조정해 주어야 하는데, 이는 전적으로 엔지니어(engineer)의 경험에 의존하게 된다. 그러나, 이러한 경험으로도 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF)를 구할 수 없는 경우가 빈번히 발생하게 되는데, 이때는 에너지와 포커스가 단계적으로 변화하는 매트릭스(matrix) 방법으로 노광하여 엔지니어가 일일이 검사하여야 한다.

여기서, 임계치수(CD)가 적절하게 설정되지 않는 이유는 크게 두가지로 나뉘는데, 첫째는 장비의 상태가 수시로 변한다는 것이고, 두번째는 각각의 로트(LOT ; 20~25개 웨이퍼들의 묶음)들의 진행되어온 상태가 각각 다르다는 것이다.

이 두 요소가 복합적으로 작용하여 수시로 노광 조건이 변하게 되고, 매 로트(LOT) 진행때 마다 조건 설정을 위한 샘플링(sampling ; S/M) 작업을 상기 노광 공정 과정처럼 반복해야 한다. 보통 총 노광 공정 시간중 샘플링(M)이 차지하는 시간이 절반을 넘는다.

올바른 공정 진행을 위해서는 장비가 유지하고 있어야 할 항목들이 많이 있는데, 이들이 적절한 값을 유지해야만 정상적인 에너지와 포커스를 이용한 패턴닝 작업이 이루어진다. 그러나 이미 언급했듯이 장비의 상태는 수시로 변하기 때문에 정기적으로 이들 항목들을 점검해야 한다. 그래서 각각의 노광장비에 대해서는 매일 파워(power)와 베스트 포커스(BF)를 한번씩 점검하고 있다.

그런데, 베스트 포커스(BF)의 경우는 노광장비의 제조 회사별로 그 방법이 모두 다르며, 노광된 웨이퍼(V/F)를 일일이 사람이 수동적으로 점검해야 하므로 이에 따른 애러가 있었다. 또한, 베스트 포커스(BF) 측정 방법이 대개는 단순하기 때문에 이런 방법으로 얻은 베스트 포커스(BF)와 실제 여러 공정을 거처온 웨이퍼의 베스트 포커스(BF)와는 실제로 다르며, 장비 회사별로 베스트 포커스(BF) 측정을 위한 별도의 마스크(MASK)를 사용하였다.

이런 이유로 매일 장비에서 베스트 포커스(BF)를 측정하는 것은 실제 웨이퍼를 노광하기 위한 데이터(DATA)라기 보다는 장비의 변화 유무를 확인하기 위한 정도로 이용하고 있으며, 실제 노광시에는 공정이 진행된 웨이퍼(V/F)로 다시 베스트 포커스(BF)를 측정해야 하는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 이루어진 것으로, 본 발명은 라인(line)과 스페이스(space) 패턴(pattern)이 에너지와 포커스(focus)의 변화에 서로 반대 경향을 보이는 점을 이용해 오버레이(overlay ; C/L) 마크(mark) 형태로 이들을 결합한 새로운 베스트 에너지(best energy ; BE)와 베스트 포커스(best focus ; BF) 모니터링 마크를 사용하여 노광 공정 진행과 노광 장비의 모니터링을 오버레이 장비를 이용한 자동화로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포

커스(BF)를 구함으로써, 공정 자동화와 안정화를 실현시킨 반도체 소자의 노광 공정 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 반도체 소자의 노광 공정 방법은,

셀 패턴과 동일한 크기의 라인 및 스페이스로 이루어진 셀 매칭 어댑터를 갖는 모니터링 마크를 마스크 제작시 스크라이브 라인에 형성하고, 노광 공정 이후에 상기 셀 매칭 어댑터의 라인 및 스페이스의 길이의 변화를 오버레이 장비를 이용하여 측정된 후 그 값을 기준값과 비교하여 노광시 사용된 에너지 및 포커스 값을 측정해 내는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 모니터링 마크는, 안쪽과 바깥쪽에 대각선을 갖는 직사각형 형상의 마크를 구비하고 있으며, 상기 대각선으로 분리된 일측면이 타측면과 서로 엇갈리게 크롬 처리된 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 실시예에 관하여 첨부도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

또, 실시예를 설명하기 위한 모든 도면에서 동일한 기능을 갖는 것은 동일한 부호를 사용하고 그 반복적인 설명은 생략한다.

도 1은 본 발명의 노광 공정에서 사용한 베스트 에너지(BE) 및 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 나타낸 것이다.

이 마크는 오버레이(C/L) 마크처럼 형성되어 있어 오버레이(/L) 장비를 이용하여 자동으로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF)를 측정할 수 있다. 이 마크의 바깥(20)과 안쪽(10) 부분은 오버레이(/L) 마크와 같은  $10\mu\text{m}$ ,  $5\mu\text{m}$ 이며, 바깥 부분(20)과 안쪽(10) 부분의 직사각형은 각각 대각선으로 분리되어 한쪽(10", 20', 30" 부분)은 크롬(Cr) 처리하고 다른 반쪽(10', 20", 30' 부분)은 크롬(Cr)처리되지 않는 것이 서로 엇갈리는 방식으로 도 1처럼 구성되어 있다.

안쪽(10) 부분의 각 반쪽에 대해서는 셀 매칭 어댑터(cell matching adapter ; CMA)라 부르는 부분(40)이 추가 구성되어 있다.

도 2a 및 도 2b는 도 1에 도시한 "A", "B" 부분을 확대하여 나타낸 것이다.

여기서, 셀 매칭 어댑터(CMA ; 40)는 각각 라인과 스페이스가 1:1로 나란히 나열되어 있으며, 폭은 셀 패턴과 비슷한 크기로 구성되어지고 길이는  $0.5\sim 1\mu\text{m}$ 로 이루어져 있다. 즉, 셀 매칭 어댑터(40)는 셀 패턴과 피치가 동일한 라인 및 스페이스로 이루어져 있다.

도 3a는 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 오버레이(/L) 장비로 어떻게 측정할 수 있는가를 설명하기 위한 설명도이다.

먼저, 셀 매칭 어댑터(CMA ; 40) 부분은 주어진 에너지와 포커스에 따라 라인 및 스페이스가 패터닝되는데, 오버레이(/L) 장비는 스캔하면서 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분을 경계신호로 인식하여 마치 오버레이(/L)를 측정하는 것처럼 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 측정하게 된다. 만약 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 라인 및 스페이스의 폭과 길이가 마스크 형태 그대로 웨이퍼 위에 놓이게 되면 좌우 상하가 각각 대칭이므로 오버레이(/L) 장비로 측정시 (0,0)이 나온다. 그러나 실제로 특정 에너지와 포커스에서 노광하면 도 4a 및 도 4b에서 처럼 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 각 라인들은 길이가 줄어들면서 그 끝부분이 오른쪽으로 이동하고 스페이스들은 길이가 늘어나면서 역시 그 끝이 오른쪽으로 이동한다. 따라서 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크의 안쪽 부분이 전체적으로 오른쪽으로 이동하게 되고, 바깥 부분은 그 크기가  $5\sim 10\mu\text{m}$ 로 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 라인 및 스페이스에 비해 매우 크기 때문에 에너지와 포커스에 거의 영향을 받지 않게되어 오버레이(/L) 장비로 측정시 (0,0)이 아닌 다른 값이 된다. 만약, 마스크 형태 그대로 웨이퍼 위에 놓이게 될때 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 라인 및 스페이스의 길이를 a라 하고 실제 노광했을 때의 길이를 b라 하면 노광후 오버레이(/L) 장비로 이 마스크를 측정할시 그 값은  $\{2(a-b), 2(a-b)\}$ 가 될 것이다.

(실제로는 노광 장비의 렌즈가 완벽하지 않으므로 가로 세로 방향으로 약간 다르게 되어 오버레이(O/L) 장비로 측정된 값이 X축과 Y축 값이 약간 다를 수 있다.) 즉, 오버레이(O/L) 장비로 측정된 값을 통하여 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 라인 및 스페이스 길이가 얼마나 패터닝 됐는지를 역으로 추정할 수 있다.

일반적으로, 임의의 패턴들은 에너지와 포커스에 따라서 그 크기가 결정되므로, 마찬가지로 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분의 라인 및 스페이스 길이도 에너지와 포커스에 따라 변한다. 이는 곧 오버레이(O/L) 장비로 측정시 그 측정값이 에너지와 포커스에 따라 다르게 나올을 뜻한다. 따라서 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 오버레이(O/L) 장비로 측정시 그 측정값을 보고서 어떤 에너지와 포커스로 노광되어 있는지 알 수 있다.

디바이스 개발 초기에 각각의 레이어(layer)에 해당하는 마스크 제작시 셀 패턴과 동일한 크기(혹은 근접한 크기)의 라인 및 스페이스로 이루어진 셀 매칭 어댑터(CMA) 부분을 갖는 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 오버레이(O/L) 마크처럼 스크라이브(scribe) 라인의 적당한 곳에 넣어둔다. 이후 공정 개발 혹은 양산시 각 레이어(layer)가 처음 노광 공정이 진행될때 매트릭스 조건으로 노광하여 에너지와 포커스별로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 오버레이(O/L) 장비로 읽어 그 측정값을 얻는다. 이와 같이 각 레이어(layer)별로 데이터를 작성한후 이후에 진행되는 노광 공정에서는 샘플링(S/M)시 씨디-셈(CD-SEM) 장비를 사용하지 않고 오버레이(O/L) 장비로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF) 모니터링 마크를 측정해 그 값을 기존에 얻은 데이터와 비교하여 적절한 에너지와 포커스를 구할수 있게 된다. 만약, 장비나 혹은 다른 공정에 변화가 생길 경우라도 기존에는 일일이 처음부터 다시 씨디-셈(CD-SEM)으로 평가하여야 하나 본 발명에서 제시한 마크를 사용하면 쉽게 그리고 원할 때 원하는 만큼 재평가가 가능하다.

장비의 베스트 포커스(BF) 점검도 상기와 같은 방법으로, 각각의 포커스 별로 기준 값을 작성한 후 이후 부터는 오버레이(O/L) 장비를 사용하여 수시로 짧은 시간내에 정확히 실시할 수 있다. 이때, 별도의 장비 측정용 마스크 제작을 하지 않고 기존의 아무 레이어(layer)의 마스크(MASK)를 사용하면 된다.

### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 반도체 소자의 노광 공정 방법에 의하면, 라인과 스페이스 패턴이 에너지와 포커스의 변화에 서로 반대 경향을 보이는 점을 이용해 오버레이 마크 형태로 이들을 결합한 새로운 베스트 에너지와 베스트 포커스 모니터링 마크를 사용하여 노광 공정 진행과 노광 장비의 모니터링을 오버레이 장비를 이용한 자동화로 베스트 에너지(BE)와 베스트 포커스(BF)를 구함으로써, 노광 공정의 완전 자동화와 안정화를 실현시킬 수 있는 효과가 있다.

또한, 임계치수(CD)를 오버레이(O/L) 장비를 사용하여 자동으로 측정하므로 객관적인 공정 조건 설정이 용이하며 데이터의 정확성을 기할 수 있다.

그리고, 개발과 연구를 주 목적으로 하는 알앤디(R&D)를 제외한 일반적인 양산에서 임계치수(CD) 보정을 오버레이(O/L) 장비로 대체하게 되면 초기 테스트와 부분적인 검사를 위한 최소한의 씨디-셈(CD-SEM)만이 필요하기 때문에 이와 관련된 부분(사람, 비용등)들을 크게 줄일 수 있어 원가 절감을 높일 수 있고 씨디-셈(CD-SEM) 장비에 대한 투자비를 획기적으로 줄일 수 있다.

또한, 임계치수(CD) 보정과 오버레이(O/L) 보정을 한 오버레이(O/L) 장비에서 동시에 수행할 수 있게 됨으로서, 노광 공정시간을 크게 줄일 수 있으며 전체 공정 기간을 획기적으로 단축할 수 있는 효과가 있다.

아울러 본 발명의 바람직한 실시예들은 예시의 목적을 위해 개시된 것이며, 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가등이 가능할 것이며, 이러한 수정 변경등은 이하의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

청구항 1. 셀 패턴과 동일한 크기의 라인 및 스페이스로 이루어진 셀 매칭 어댑터를 갖는 모니터링 마크를 마스크 제작시 스크라이브 라인에 형성하고, 노광 공정 이후에 상기 셀 매칭 어댑터의 라인 및 스페이스의 길이의 변화를 오버레이 장비를 이용하여 측정한 후 그 값을 기준값과 비교하여 노광시 사용된 에너지 및 포커스 값을 측정해 내는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 노광 공정 방법.

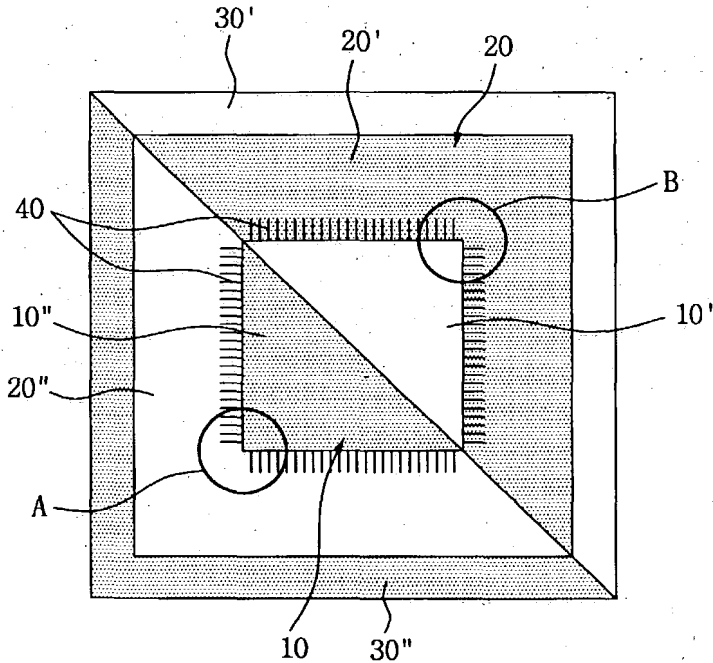
청구항 2. 제 1 항에 있어서,

상기 모니터링 마크는,

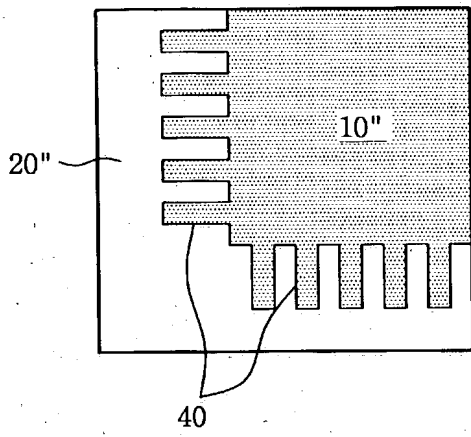
안쪽과 바깥쪽에 대각선을 갖는 직사각형 형상의 마크를 구비하고 있으며, 상기 대각선으로 분리된 일측면이 타측면과 서로 엇갈리게 크롬 처리된 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 노광 공정 방법.

도면

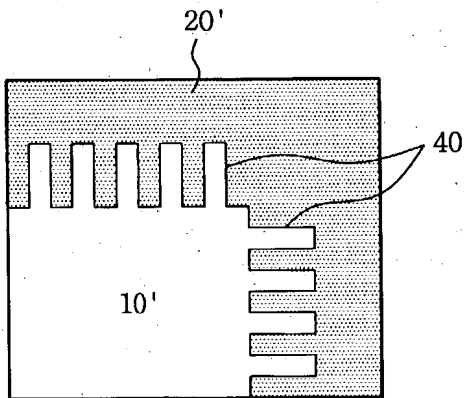
도면1



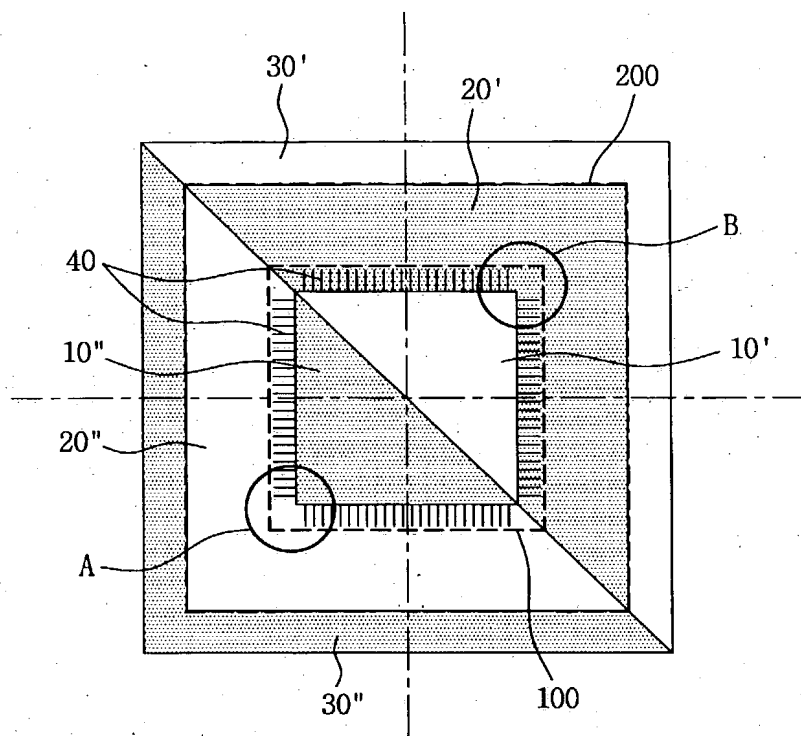
도면2a



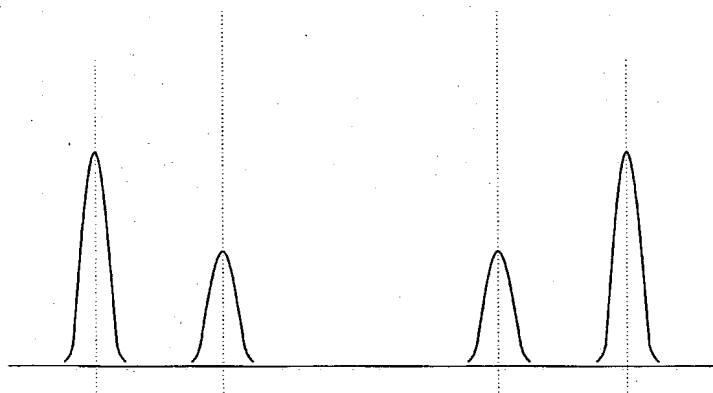
도면 2b



도면 3a

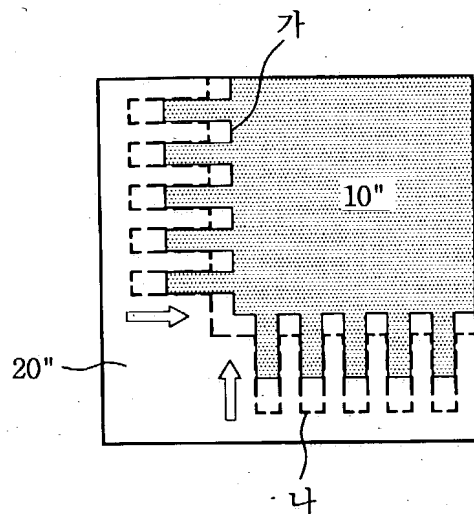


도면3b

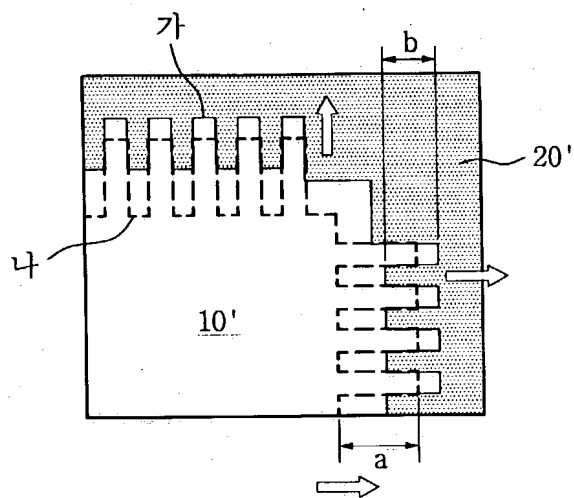


도면4a





도면4b



도면5

